



TUGAS AKHIR - ME 141501

**ANALISA TEKNIS PENERAPAN *KORT NOZZLE* UNTUK
KAPAL SPOB 4990 DWT PADA PERAIRAN SUNGAI**

**BAYU SUKMA CAHYONO
NRP 4214 106 004**

**Dosen Pembimbing :
Ir. Tony Bambang Musriyadi, PGD, MMT
Ir. Amiadji M.M. M.Sc**

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2016**



FINAL PROJECT - ME 141501

**TECHNICAL ANALYSIS OF *KORT NOZZLE* APPLICATION
FOR SPOB SHIP 4990 DWT ON RIVER FLOW**

**BAYU SUKMA CAHYONO
NRP 4214 106 004**

**Supervisor :
Ir. Tony Bambang Musriyadi, PGD, MMT
Ir. Amiadji M.M. M.Sc**

**DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
Faculty of Ocean Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2016**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA TEKNIS PENERAPAN *KORT NOZZLE* UNTUK KAPAL SPOB 4990 DWT PADA PERAIRAN SUNGAI

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Marine Manufacturing and Design
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

BAYU SUKMA CAHYONO
NRP 4214 106 004

Disetujui Oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Ir. Tony Bambang Musriyadi, PGD, MMT
NIP. 1959 0410 1987 01 1001

(.....)

Ir. Amiadji M.M. M,sc.
NIP. 1961 0324 1988 03 1001

(.....)

SURABAYA, JANUARI 2017

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA TEKNIS PENERAPAN *KORT NOZZLE* UNTUK KAPAL SPOB 4990 DWT PADA PERAIRAN SUNGAI

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Marine Manufacturing and Design
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

BAYU SUKMA CAHYONO
NRP 4214 106 004

Disetujui Oleh

Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan



Dr. Eng. M. Badrus Zaman, ST., MT.

NIP. 1997 0802 2008 01 1007

Surabaya, Januari 2017

ANALISA TEKNIS PENERAPAN *KORT NOZZLE* UNTUK KAPAL SPOB 4990 DWT PADA PERAIRAN SUNGAI

Nama : Bayu Sukma Cahyono
NRP : 4214 106 004
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : Ir. Tony Bambang Musriyadi, PGD.
Ir. Amiadji M.M, M. Sc

Abstrak

Propeller adalah suatu alat gerak berbentuk baling – baling yang digunakan untuk menggerakkan kapal, dan juga baling – baling yang berfungsi untuk memindahkan tenaga dengan mengubah gaya putar dari baling – baling menjadi daya dorong yang menggerakkan kapal. Dalam peningkatan nilai gaya dorong yang akan dihasilkan yaitu dengan mengaplikasikan propeller dengan kort nozzle. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan CFD (Computational Fluid Dynamic), dan yang divariasi adalah dari model propeller konvensional, propeller dengan kort nozzle type 19A dan kort nozzle type 37. Berdasarkan dari hasil penelitian bahwa propeller dengan kort nozzle adanya penambahan pada nilai gaya dorong, efisiensi propeller dan torsi yang dihasilkan. Nilai gaya dorong yang terbesar yaitu propeller dengan menggunakan kort nozzle type 37 sebesar 349.27kN

Kata Kunci : SPOB, Kort Nozzle, Thrust

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

TECHNICAL ANALYSIS OF *KORT NOZZLE* APPLICATION FOR SPOB SHIP 4990 DWT ON RIVER FLOW

Name : Bayu Sukma Cahyono
NRP : 4214 106 004
Department : Teknik Sistem Perkapalan
Supervisor : Ir. Tony Bambang Musriyadi, PGD.
Ir. Amiadji M.M, M. Sc

Abstract

Propeller is a locomotor shaped vanes are used to drive ships, and also propellers which serves to move tehaga by changing the turning force of the propeller thrust menggerakakan into the vessel. In increasing the value of the thrust to be generated that is by applying the kort nozzle propeller. The method used in this study using CFD (Computational Fluid Dynamic), and the variation is from the conventional propeller models, with a kort nozzle propeller type kort nozzle type 19A and 37. Based on the findings that the kort nozzle propeller with the addition of the value of the thrust , propeller efficiency and torque generated. The driving force value is by using kort nozzle propeller type 37 amounted to 349.27 kN.

Keywords: SPOB, Kort Nozzle, Thrust

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur saya ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam tidak lupa saya ucapkan ke junjungan Nabi besar Muhammad Rasulullah SAW.

Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Maka dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

- Kepada Tuhan yang maha esa yang selalu memberikan kemudahan untuk saya.
- Ayah Eddy Cahyono, Ibu Sundari, Orang tua saya yang selalu mendukung dan berdoa untuk saya.
- Bpk. DR. Eng. M. Badrus Zaman, ST.,MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
- Bpk. Dhimas Widhi H, ST., M.Sc. Selaku Dosen wali.
- Bpk. Ir. Tony Bambang, PGD, MMT selaku Dosen Pembimbing I.
- Bpk. Ir. Amiadji M.M. M.sc selaku Dosen Pembimbing II.
- Teman seperjuangan Lintas jalur Teknik Sistem Perkapalan angkatan 2014 semester ganjil.
- Guruh Sukma Dwi Cahyono, Ridho Furi Alamsyah dan segenap keluarga besar yang selalu mendukung dan memberikan semangat.
- Nanda Iramatul Izza yang selalu membantu menyelesaikan tugas akhir ini dan memberikan dukungan kepada saya.
- Faisal Rohman Bastomi, Yusron Effendi, Wahyu Sunanta, Muhammad Toha yang selalu memberikan dukungan untuk saya.

- Rizky Priyanda, Alvian Arief Perdana, Mohammad Hidayat ,
Onggo Frista Nachita yang selalu membantu.
- Teman – Teman Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
Shipbuilding 2011
- Serta seluruh orang yang mendukung terselesaikannya tugas
akhir ini.

Semoga dengan selesainya Tugas Akhir ini dapat menambah wawasan serta ilmu yang bermanfaat bagi para pembaca sekalian.

Akhir kata terima kasih.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Surabaya,
Penyusun.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	v
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
 BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir	3
 BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 SPOB (<i>Self Propeller Oil Barge</i>).....	5
2.2 <i>Kort Nozzle</i>	5
2.2.1 Perencanaan <i>Kort Nozzle</i>	8
2.3 Mekanika Fluida	11
2.4 Tahanan Kapal	12
2.5 Gaya Dorong.....	14
2.6 Gaya Gesek (<i>Force Drag</i>) dan Gaya Angkat (<i>Force Lift</i>).....	14
2.7 Teori Blade Element Momentum.....	15
2.8 Torsi	16
2.9 Efisiensi Propeller	17
2.10 Computational Fluid Dynamic	17
 BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Studi Pendahuluan	21
3.2 Pengumpulan Data.....	21
3.3 Perancangan Model.....	21

3.4	Perhitungan dan Pengujian Model	23
3.5	Analisa dan Pembahasan.....	23
3.6	Penarikan Kesimpulan	23
BAB IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN		
4.1	Data Utama Kapal.....	25
4.2	Redesign Propeller	26
4.3	Redesign Kort <i>Nozzle</i>	27
4.4	Simulasi Computational Fluid Dynamic.....	28
4.4.1	Tahap Geometry	30
4.4.2	Tahap Meshing	31
4.4.3	Pre-Processing	31
4.4.4	Solver Manager.....	33
4.4.5	Post-Processor	33
4.5	Analisa Data Proses Simulasi	36
4.5.1	Data Hasil Simulasi	36
4.5.2	Perhitungan Data	38
4.5.3	Analisa dan Pembahasan	47
4.5.3.1	Grafik Antara Lift dan Drag pada Setiap Model	48
4.5.3.2	Grafik Perbandingan Nilai Thrust dengan Size Meshing.....	49
4.5.3.3	Grafik Perbandingan Nilai Thrust dengan Effisiensi Propeller.....	50
4.5.3.4	Grafik Perbandingan Nilai Thrust dengan Torque	50
4.6	Validasi Simulasi	51
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	55
5.2	Saran	56
DAFTAR PUSTAKA		57
LAMPIRAN		59

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kapal SPOB (<i>Self Propelled Oil Barge</i>)	5
Gambar 2.2 <i>Income water flow diagram</i>	6
Gambar 2.3 Grafik Perbandingan performa <i>Kort Nozzle</i> dibandingkan <i>Open Propeller</i> (Henderson, 1963)	7
Gambar 2.4 <i>Type Kort Nozzle</i>	8
Gambar 2.5 <i>Type Foil Wageningen series</i>	9
Gambar 2.6 <i>Viscous flow and Aerofoil geometric factors</i> ...	10
Gambar 2.7 <i>Aerofoil Geometry and definition</i>	10
Gambar 2.8 <i>Standart Simple Shape Profile Nozzle</i>	11
Gambar 2.9 Gaya yang Bekerja pada Blade	16
Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	22
Gambar 4.1 HydroComp PropCad.....	26
Gambar 4.2 Redesign Kort Nozzle 19A	28
Gambar 4.3 Redesign Kort Nozzle 37	28
Gambar 4.4 Geometry Model	30
Gambar 4.5 Pembuatan Boundry	30
Gambar 4.6 Meshing Propeller	31
Gambar 4.7 Solver Manager	33
Gambar 4.8 Function Calculator dan Visual View	36
Gambar 4.9 Grafik <i>Lift dan Drag Propeller non Nozzle</i>	48
Gambar 4.10 Grafik <i>Lift & Drag Propeller Nozzle 19A</i>	48
Gambar 4.11 Grafik <i>Lift & Drag Propeller Nozzle 37</i>	49
Gambar 4.12 Grafik Perbandingan nilai <i>Thrust</i> 3 Model.....	50
Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Nilai <i>Thrust</i> dan <i>Effisiensi Propeller</i>	51
Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Nilai <i>Thrust</i> dan <i>Torque</i>	51
Gambar 4.15 <i>Toeri Momentum</i>	52

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Perbandingan CFD dan Eksperimen	18
Tabel 4.1 Ordinat Kort Nozzle 37.....	29
Tabel 4.2 Domain Stationer	32
Tabel 4.3 Domain Rotationer.....	32
Tabel 4.4 Boundry	34
Tabel 4.5 Data hasil simulasi <i>Propeller non Nozzle</i>	37
Tabel 4.6 Data hasil simulasi <i>Propeller Nozzle 19A</i>	37
Tabel 4.7 Data hasil simulasi <i>Propeller Nozzle 37</i>	37
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Lift <i>Propeller non Nozzle</i>	40
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Lift <i>Propeller Nozzle 19A</i>	40
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Lift <i>Propeller Nozzle 37</i>	41
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Drag <i>Propeller non Nozzle</i>	41
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Drag <i>Propeller Nozzle 19A</i> ...	42
Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Drag <i>Propeller Nozzle 37</i>	42
Tabel 4.14 Hasil Perhitungan <i>Thrust Propeller non Nozzle</i> .	43
Tabel 4.15 Hasil Perhitungan <i>Thrust Propeller Nozzle 19A</i> ..	43
Tabel 4.16 Hasil Perhitungan <i>Thrust Propeller Nozzle 37</i> ...	43
Tabel 4.17 Hasil Perhitungan <i>Torque Propeller non Nozzle</i>	44
Tabel 4.18 Hasil Perhitungan <i>Torque Propeller Nozzle 19A</i>	44
Tabel 4.19 Hasil Perhitungan <i>Torque Propeller Nozzle 37</i> ..	44
Tabel 4.20 Hasil Perhitungan Effisiensi <i>Propeller non Nozzle</i>	45
Tabel 4.21 Hasil Perhitungan Effisiensi <i>Propeller Nozzle 19A</i>	45
Tabel 4.22 Hasil Perhitungan Effisiensi <i>Propeller Nozzle 37</i>	46
Tabel 4.23 Hasil Perhitungan Persentase <i>Thrust</i>	46
Tabel 4.24 Hasil Perhitungan Persentase <i>Thrust</i>	47
Tabel 4.25 Hasil Perhitungan Persentase <i>Thrust</i>	47

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang permasalahan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, serta sistematis penulisan dalam Tugas Akhir ini.

1.1. Latar Belakang

SPOB (*Self Propeller Oil Barge*) merupakan kapal pengangkut minyak berbentuk ponton yang memiliki sistem propulsi sendiri. Sedangkan kapal *Oil Barge* tidak memiliki sistem propulsi melainkan ditarik menggunakan *Tug Boat*

Kebanyakan kapal SPOB menggunakan sistem propulsi propeller, namun bentuk lambung kapal SPOB yang berbentuk ponton *Flat Bottom* dengan ceruk pada bagian stern mengakibatkan aliran fluida hanya didominasi dari arah *Bottom*, sehingga mempengaruhi aliran menuju *propeller*. Yang mengakibatkan efisiensi putaran propeller berkurang dan mempengaruhi gaya dorong yang dihasilkan [1].

Kapal SPOB saat ini tidak hanya beroperasi di laut bebas, namun juga di beberapa sungai di Indonesia, dikarenakan kegiatan *Offshore* sekarang tidak terfokus hanya di laut bebas. Namun, terdapat peraturan pemerintah nomor 52 tahun 2012 yang menyatakan bahwa kapal yang beroperasi pada sungai di Indonesia maksimal kecepatan kapal 10 km/h atau bisa dikatakan 5,39 knots. Hal tersebutlah yang membuat pihak *Owner* untuk berinovasi tidak menggunakan *Main Engine* yang berkapasitas besar tetapi mendapatkan gaya dorong yang maksimal, agar kecepatan yang diinginkan tercapai [5].

Banyak teknologi kapal yang sudah diciptakan untuk mengatasi masalah tersebut, misalnya penggunaan sistem propulsi *Water Jet* dan sistem Azipod. Tetapi teknologi tersebut kurang diminati karena biaya pembelian maupun perawatan (*Maintenance*) relatif tinggi. Sehingga para pakar teknologi kapal

berinovasi untuk menerapkan teknologi *ducted* yang disebut dengan “*Kort Nozzle*” [2].

Kort Nozzle sendiri dipilih banyak pemilik kapal dikarenakan dari segi biaya pembelian dan *Maintenance* lebih rendah dibandingkan dengan teknologi propulsi yang lain. *Kort Nozzle* sendiri adalah pembungkus propeller yang berupa pelat berbentuk *foil*. Prinsip kerja dari *Kort Nozzle* adalah memusatkan aliran air yang mengalir ke propeller sehingga memaksimalkan air yang akan dihisap oleh propeller. Hal ini bertujuan untuk memaksimalkan kerja propeller sehingga gaya dorong yang dihasilkan juga maksimal.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, permasalahan dalam Tugas Akhir ini adalah analisa pemilihan *Kort Nozzle* yang ditinjau dari gaya dorong yang dihasilkan dan efisiensi propeller dengan menggunakan Software CFD (*Computational Fluid Dynamic*) untuk kebutuhan kapal SPOB 4990 DWT di perairan sungai yang relatif dangkal.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Jenis propeller yang digunakan yaitu jenis Kaplan.
2. Dimensi propeller didapatkan dari pihak *shipbuilder*.
3. Penelitian difokuskan pada *Kort Nozzle*, tidak untuk konstruksi *support* terhadap lambung kapal, *Clearance Kort Nozzle* terhadap lambung kapal.
4. Pemilihan jenis *Foil Kort Nozzle* yang digunakan adalah jenis *foil* Wageningen dengan membandingkan 2 jenis *foil*, yaitu jenis 19 A dan jenis 37.

1.4. Tujuan

Tujuan dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Mendapatkan bentuk *Kort Nozzle*

2. Mengetahui aliran gaya dorong yang dihasilkan oleh *Kort Nozzle*
3. Mengetahui efisiensi propeller pada *Kort Nozzle* di perairan sungai.

1.5. Manfaat

Penulisan Tugas Akhir ini diharapkan membawa manfaat sebagai literatur dunia industri perkapalan dalam mengembangkan teknologi penggerak kapal dan dapat dijadikan salah satu referensi untuk melanjutkan penelitian mengenai *Kort Nozzle*.

1.6. Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini disusun berdasarkan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Menjelaskan dasar teori yang digunakan penulis dalam mengerjakan tugas akhir. Berisi bentuk umum kapal SPOB, *Kort Nozzle*, mekanika fluida, tahanan kapal, gaya dorong, dan propulsi kapal. Selanjutnya, dibahas mengenai tahapan pembentukan model dan metode yang digunakan dengan bantuan *software CFD (Computational Fluid Dynamic)*

BAB III METODOLOGI TUGAS AKHIR

Menjelaskan alur kerja dan metode yang digunakan penulis dalam mengerjakan tugas akhir. Gambaran umum mengenai analisa bentuk, aliran air, dan gaya dorong dari *Kort Nozzle*, dengan bantuan *software CFD (Computational Fluid Dynamic)*

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Menyajikan tentang analisa data dan pembahasan dalam pembentukan model gaya dorong dari *Kort Nozzle*,

dengan bantuan *software* CFD (*Computational Fluid Dynamic*)

BAB V KESIMPULAN

Berisi kesimpulan dari hasil analisis data dalam Tugas Akhir ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dibahas teori-teori yang terkait dengan permasalahan dalam Tugas Akhir ini. Pertama, membahas mengenai kapal SPOB, *Kort Nozzle*, mekanika fluida, tahanan kapal, gaya dorong, dan propulsi kapal. Selanjutnya, dibahas mengenai kriteria pembentukan model dan metode yang digunakan dengan batuan *software* CFD (*Computational Fluid Dynamic*)

2.1. SPOB (*Self Propeller Oil Barge*)

SPOB adalah kapal pengangkut minyak berbentuk pontoon yang memiliki sistem propulsi sendiri. Perbedaan kapal SPOB dengan *Oil Barge* terletak pada sistem propulsinya. Jika kapal SPOB memiliki sistem propulsi sendiri, kapal *Oil Barge* tidak memiliki sistem propulsi sendiri, dimana dalam operasinya kapal *Oil Barge* ditarik menggunakan *Tug Boat* [1].



Gambar 2.1. Kapal SPOB (*Self Propelled Oil Barge*)

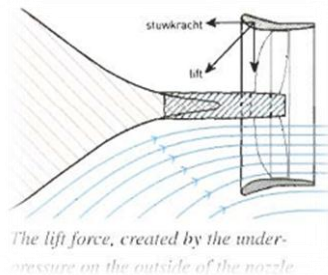
2.2. *Kort Nozzle*

Kort Nozzle atau *Nozzle* adalah pelindung propeller yang berupa plat yang berbentuk *Foil*. Fungsi dari *Nozzle* adalah meningkatkan dan memusatkan aliran air yang mengalir ke

propeller sehingga memaksimalkan air yang dihisap propeller. Hal ini bertujuan untuk memaksimalkan kerja propeller sehingga gaya dorong yang dihasilkan juga maksimal. Efisiensi gaya yang dihasilkan akan maksimal jika air dapat melewati *Nozzle* dengan bebas tanpa halangan. Hal inilah kenapa sebisa mungkin ungu *Nozzle* harus memiliki area bebas bagian *After Body*.

Tidak hanya berfungsi untuk memaksimalkan kerja propeller, *Nozzle* juga berfungsi untuk mengurangi kebisingan dan tingkat getaran. Bagaimana juga, aliran yang datang lebih homogen di dalam *Nozzle*, pengecilan perbedaan tekanan terpusat diakibatkan oleh getaran dan kavitasi[2].

Kombinasi propeller di dalam *Kort Nozzle* sering disebut dengan *Ducted Propeller*. Pada prinsipnya, *Nozzle* dapat digunakan setiap jenis kapal cepat seperti kapal cepat, dimana tidak ada efek peningkatan daya dorong. Jika pergeseran tahanan (dikarenakan *Nozzle* lebih luas dari pada kenaikan gaya dorong, merupakan masalah kehilangan Efisiensi.



Gambar 2.2. *Income water flow diagram*

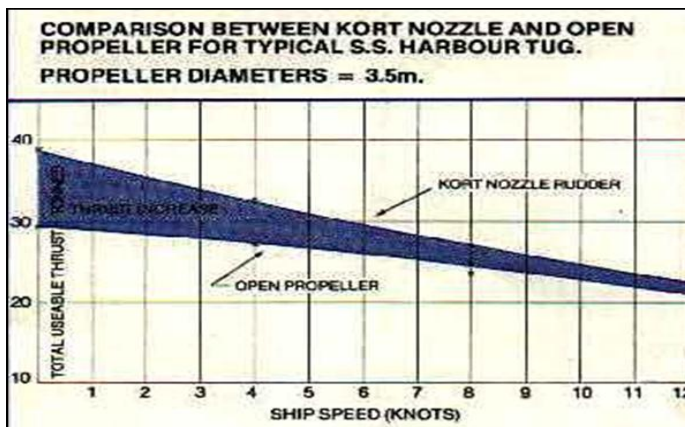
Pada diameter propeller yang sama dengan peningkatan aliran masuk yang tinggi pada propeller berpengaruh dengan peningkatan laju aliran. Daerah tekanan rendah bagian depan *Nozzle*, menghasilkan pertambahan kecepatan lebih besar dibandingkan dengan *Open propeller*.

Perubahan tekanan terjadi karena pengurangan tekanan yang dihasilkan dari kecepatan pada titik masuk *Nozzle* menjadi

tingkatan bertekanan rendah dan ini adalah pengaruh besar dari bagian dari *Inlet Nozzle*. Bagian dibelakang propeller, tekanannya lemah, tapi gaya dorong pada titik ini besar. Penyebabnya tekanan berlebihan pada suatu area dimana disebabkan dari desain propeller pada titik tersempit pada *Nozzle*.

Ada keuntungan dan kelemahan dari penggunaan *Kort Nozzle* yang diantaranya yaitu pada gaya dorong tinggi, efisiensi sangat baik untuk kapal *Tug Boat* dan *Pusher Boat*, penurunan efisiensi propeller di jalur laut lbih kecil pada propeller *Nozzle* dari pada dengan *Open* propeller. Kelemahan dari penggunaan *Kort Nozzle* pada sirkulasi di air dangkal, *Nozzle* cenderung menarik lumpur dan batu, juga dimungkinkan terjadi kerusakan bila beroperasi di daerah es [2].

Kort Nozzle sering digunakan untuk kapal pedalaman, *Hopper Suction*, *Dredger*, *Tug Boat*, *Fishing Ship* dan kapal SPOB. Kelebihan dan kekurangan dari *Fixed* atau *Controllable Pitch Propeller* adalah sama dengan propeller memakai *Kort Nozzle* atau tidak memakainya. Pada sarat dangkal daya dorong yang sama dapat di berikan dengan diameter *Kort Nozzle* yang kecil.



Gambar 2.3. Grafik Perbandingan performa *Kort Nozzle* dibandingkan *Open Propeller* (Henderson, 1963)

Ada dua (2) type dari *Kort Nozzle* :

1. *Rotation Version*
2. *Fixed Version*



Gambar 2.4. Type Kort Nozzle
(a) *Rotation Nozzle Vie* (b) *Fixed Nozzle View*

2.2.1. Perencanaan *Kort Nozzle*

Perencanaan *Kort Nozzle* memperhatikan beberapa bagian konstruksi dari *Kort Nozzle* dan juga konstruksi dari lambung kapal, ada berbagai cara untuk model pemasangan *Kort Nozzle* pada lambung. Untuk tipe *Fixed Nozzle* ada dua model kontruksi, yang pertama dengan konstruksi *support* dan penyangga antara *Nozzle* dan lambung dan yang kedua dengan menggunakan penetrasi langsung pada bagian lambung kapal. Tipe *rotation Nozzle* memerlukan kantilever pada ujung *propeller* dan *Nozzle stock* yang terhubung dengan dasar lambung.

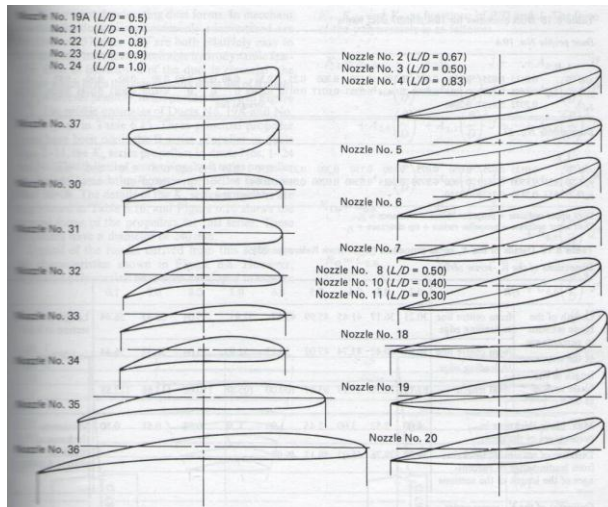
Diameter *propeller* dan *inner diameter Nozzle* yang besar pada umumnya banyak di desain dan juga digunakan pada kapal SPOB dengan pelayaran laut. Desain *propeller* dan *inner diameter Nozzle* yang besar juga akan mempengaruhi pada meningkatnya efisiensi. Jarak tepi *propeller* dengan *inner wall Nozzle* tidak boleh melebihi 0,75 % dari radius *propeller*.

Profil *Nozzle* ada beberapa tipe, yang dilihat dari kontruksi *Kort Nozzle* tersebut, antara lain:

a. *Profile Marine (Foil)*

1. *Marine Foil*

Marine foil memiliki geometri yang sama. Hanya dalam beberapa tipe *foil* lebih mudah dalam fabrikasinya karena bentuknya tidak melengkung penuh.



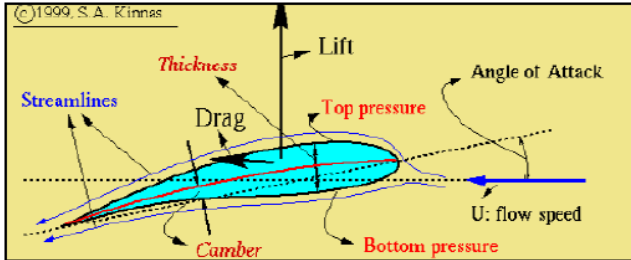
Gambar 2.5. *Type Foil Wageningen series*

2. *Aerofoil (Foil Naca Series)*

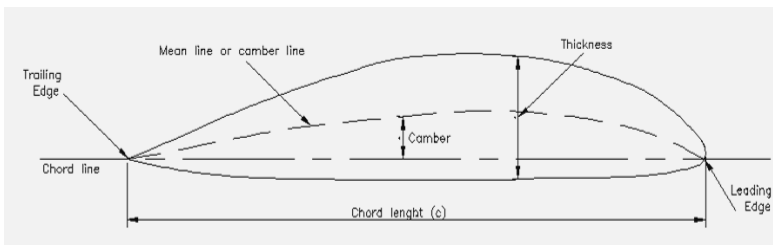
Aerofil mempunyai beberapa jenis dan mempunyai karakteristik, baik dari dimensi maupun dari ketebalannya. Sebagai contoh pada aerofil seri NACA mempunyai beberapa karakteristik tersendiri. Sebagai contoh seri NACA 5 digit *wing sections*, NACA 6 digit *wings section*.

Aerofoil seri NACA (0012, 0015, 0018 dan 0024) mempunyai kesamaan dari bentuk simetrinsya, sedangkan untuk tipe non simetri antara lain NACA (05, 07, 08, 10, 15, 12, 27, 33, 37). *Aerofoil* seri Naca 4 digit *wing section* mempunyai bentuk atau kesimetri yang sama, pengertian dari empat digit pada seri NACA yaitu dari digit pertama menandakan spesifik maksimum *chamber*

dalam prosentase panjang *cord*-nya, digit kedua menandakan jarak antara dari *ledig edge* ke maksimum *chamber* dan *chord*, dan dua digit terakhir menandakan *table* maksimum *aerofoil* dalam prosentase *chord*.



Gambar 2.6. Viscous flow and Aerofoil geometric factors



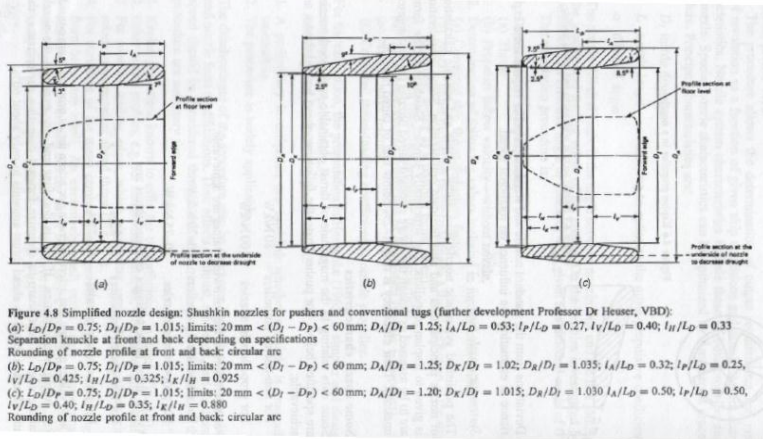
Gambar 2.7. Aerofoil Geometry and definition

b. Profil Sederhana

Bentuk profil yang sederhana seperti yang direkomendasikan oleh Shunskin. *Nozzle* pada umumnya sejajar dengan poros *propeller*, namun pada beberapa kasus untuk kapal *Single Screw Nozzle* di pasang dengan sudut 5° , hal tersebut berfungsi untuk meningkatkan gaya dorong. Selain itu untuk pemasangan *Kort Nozzle* sendiri dengan sudut ini akan mendapatkan dua keunggulan yaitu adaptasi aliran yang lebih baik dan pemasangan *Kort Nozzle* dengan konstruksi penetrasi lambung lebih mudah.

Untuk jenis kapal Cargo, sudut *axis Kort Nozzle* berkisar antar 5 - 7°.

Sedangkan untuk panjang profil *duct* yang maksimal akan meningkatkan koefisien *thrust*. *Kort Nozzle* direncanakan dengan perbandingan antara diameter *propeller* dan panjang *nozzle* berkisar 0,4 – 0,8.



Gambar 2.8. Standart Simple Shape Profile Nozzle

2.3. Mekanika Fluida

Ilmu yang mempelajari bagian dari bidang mekanika terapan yang mengkaji perilaku dari zat-zat cair dan gas dalam keadaan bergerak maupun diam. Mekanika fluida ini mencakup berbagai persoalan yang bervariasi mengenai aliran. Zat yang biasa disebut dengan sebuah aliran (minyak, air dll) molekul – molekulnya agak terpisah, dan gaya antar molekulnya lebih lemah dari pada benda-benda padat dan molekulnya tersebut mempunyai pergerakan yang lebih bebas. Jadi zat cair dapat dengan mudah dideformasi dan dengan mudah untuk menyesuaikan dengan benda tuangnya [7]..

Ada beberapa ukuran – ukuran massa dan berat fluida, yang diantaranya ialah kerapatan (*Density*), berat jenis dan gravitasi jenis.

a. Kerapatan (*Density*)

Kerapatan sebuah fluida didefinisikan sebagai massa fluida per satuan volume. Kerapatan difungsikan sebagai karakteristik massa sebuah fluida. Satuan kerapatan dalam satuan SI adalah kg/m^3

b. Berat Jenis

Berat jenis dari sebuah fluida didefinisikan sebagai berat fluida per satuan volume. Berat jenis dapat dihubungkan dengan kerapatan melalui persamaan :

$$\gamma = \rho \cdot g \quad (2.1)$$

dimana ρ adalah kerapatan dari sebuah fluida sedangkan g adalah simbol dari percepatan gravitasi lokal. Seperti halnya kerapatan, berat jenis juga memiliki satuan, satuan SI dari berat jenis adalah N/m^3 .

2.4. Tahanan Kapal

Tahanan kapal (*resistance*) kapal pada suatu kecepatan adalah gaya fluida yang bekerja pada kapal demikian rupa sehingga melawan gerakan kapal tersebut. Tahanan tersebut sama dengan komponen gaya fluida yang bekerja sejajar dengan sumbu gerakan kapal. *Resistance* merupakan istilah yang sering digunakan dalam hidrodinamika kapal. Beberapa kurva tahanan untuk benda yang bergerak dalam fluida yang sempurna dan fluida memiliki viskositas. Koordinat horizontalnya adalah angka Froude[6].

$$Fn = \frac{v}{\sqrt{g \cdot L}} \quad (2.2)$$

dengan:

V = Kecepatan (m/s)

L = Panjang dari objek (m)

g = Percepatan gravitasi

Tahanan total, diberi notasi R_t dapat diuraikan menjadi sejumlah komponen yang berbeda yang diakibatkan oleh berbagai macam penyebab dan saling berinteraksi. Besarnya tahanan total ini merupakan jumlah dari beberapa tahanan pada kapal, yang meliputi tahanan gesek, tahanan sisa, tahanan viskos, tahanan tekanan, tahanan gelombang, tahanan udara dan tahanan *appendage*. Tahanan total kapal dapat diperoleh dengan persamaan sebagai berikut

$$R_t = \frac{1}{2} \times C_t \times \rho \times V_s^2 \times S \quad (2.3)$$

dengan:

C_t = Koefisien tahanan total kapal

S = Luas permukaan basah dari badan kapal (m^2)

ρ = Massa jenis

V_s = Kecepatan kapal (m/s)

Tahanan Gesek (R_f) adalah adalah komponen tahanan yang diperoleh dengan jalan mengintegralkan tegangan tangensial keseluruhan permukaan basah kapal menurut arah gerakan kapal. Semua fluida mempunyai viskositas, dan viskositas menimbulkan gesekan. Penting tidaknya gesekannya ini dalam suatu situasi fisik tergantung pada jenis fluida dan konfigurasi fisik atau pola aliran. Jika gesekan tersebut dapat diabaikan maka aliran disebut ideal. Viskositas adalah ukuran tahanan fluida terhadap geseran bila fluida tersebut bergerak[6].

Tahanan gesek spesifik atau koefisien tahanan C_f didefinisikan sebagai

$$C_f = \frac{R_f}{\frac{1}{2} \times \rho \times V_s^2 \times S} \quad (2.4)$$

dengan:

ρ = massa jenis

V = kecepatan kapal

S = permukaan basah kapal

dengan koefisien diatas maka memperoleh tahanan gesek dengan persamaan sebagai berikut :

$$R_f = \frac{1}{2} \times C_f \times \rho \times V_s^2 \times S \quad (2.5)$$

Aliran laminar dan aliran turbulen adalah jenis aliran pada fluida yang dihasilkan oleh benda yang bergerak, dalam aliran laminar fluida bergerak sebagai jumlah laminasi atau lapisan. Semua lapisan tersebut saling bergeseran pada kecepatan relatif yang bervariasi dalam penampang aliran. Aliran turbulen komponen kecepatan fluida yang mempunyai fluktuasi yang tak menentu.

Faktor- faktor yang menentukan aliran laminar dan turbulennya adalah fluida, kecepatan, bentuk dan ukuran benda yang diletakkan di dalam aliran, kedalaman air dan jika aliran tersebut berada didalam kanal.

2.5. Gaya Dorong

Gaya dorong kapal merupakan komponen penting, yang mana digunakan untuk mengatasi tahanan atau gaya hambat kapal. Pada kondisi yang sangat ideal, besarnya daya dorong yang dibutuhkan mungkin sama dengan gaya hambat yang terjadi di kapal [8]. Rumus matematis *thrust* dapat diambil dari teori *blade element momentum*. Persamaan untuk gaya dorong dapat ditulis sebagai berikut :

$$F = F_{\text{lift}} \cos \Theta - F_{\text{drag}} \sin \Theta \quad (2.6)$$

dimana:

Θ = Sudut *pitch* (deg)

F = *Thrust* (kN)

F_{lift} = Gaya angkat (kN)

F_{drag} = Gaya gesek (kN)

2.6. Gaya Gesek (*Force Drag*) dan Gaya Angkat (*Force Lift*)

Tegangan – tegangan yang dikalikan dengan masing – masing luas dimana mereka akan bekerja menghasilkan gaya.

Sedangkan jumlah gaya-gaya ini pada sebuah potongan hasurlah tetap dalam keseimbangannya [8].

Komponen lain dari intensitas gaya yang bekerja sejajar dengan bidang dari luas elemneter. Komponen intensitas gaya ini disebut teganga geser. Ini dilambangkan dengan τ . Secara matematis didefinisikan sebgaia berikut :

$$\tau = \lim_{A \rightarrow 0} \frac{\Delta V}{\Delta A} \quad (2.7)$$

Sehingga unutk mendapatkan rumus matematis gaya gesek, persamaan 2.7 dapat ditulis sebagai berikut :

$$F = \tau \times A \quad (2.8)$$

dimana:

$F = \text{Force Drag (N)}$

$\tau = \text{Wallshear (Pa)}$

$A = \text{Luas Area (m}^2\text{)}$

Sedangkan untuk mendapatkan rumus matematis gaya angkat, persamaan 2.7 dapat ditulis sebagai berikut:

$$F = P \times A \quad (2.9)$$

dimana:

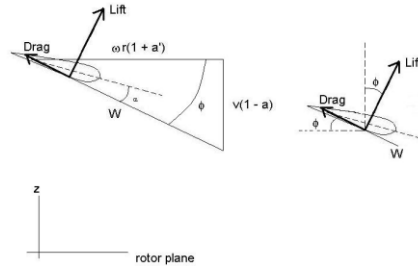
$F = \text{Force lift (N)}$

$P = \text{Pressure (Pa)}$

$A = \text{Luas Area (m}^2\text{)}$

2.7. Teori Blade Element Momentum

Teori *blade* element momentum adalah teori yang menggabungkan teori *blade* element dan teori momentum. Teori digunakan untuk menghitung gaya yang bekerjapada baling - baling atau turbin. Teori *blade* element dikombinasikan dengan teori momentum untuk meringankan beberapa kesulitan dalam menghitung kecepatan disebabkan pada rotor[9].



Gambar 2.9. Gaya yang bekerja pada *Blade*

Persamaan yang digunakan untuk gaya yang bekerja pada *blade* adalah sebagai berikut :

$$F_{\theta} = FL \cos \Theta - FD \sin \Theta \quad (2.10)$$

$$F_z = FL \sin \Theta + FD \cos \Theta \quad (2.11)$$

2.8. Torsi

Kemampuan puntir yang diberikan pada suatu benda, sehingga menyebabkan benda tersebut berputar di sebut torsi [8]. Torsi atau momen gaya adalah hasil kali antara gaya dan lengan momennya. Bisa juga ditulis dengan persamaan :

$$\tau = r \times F \quad (2.12)$$

dimana:

τ = Torque (kN.m)

r = lengan moment (m)

F = Gaya (kN)

Sehingga torsi yang bekerja pada sebuah blade berdasarkan persamaan 2.11 dan 2.12 adalah sebagai berikut :

$$Q = (F_{\text{lift}} \sin \Theta + F_{\text{drag}} \cos \Theta) \times r \quad (2.13)$$

dimana:

Q = Torque (kN.m)

r = lengan moment (m)

- F_{lift} = Gaya angkat (kN)
 F_{drag} = Gaya gesek (kN)
 Θ = Sudut *pitch* (deg)

2.9. Effisiensi Propeller

Effisiensi baling – baling (*Propeller Efficiency*) adalah rasio antara daya dorong dengan gaya yang disalurkan, effisiensi ini merupakan *power conversion* dan perbedaan nilai yang terjadi adalah terletak pada dimana pengukuran torsi propeller dilakukan. Pengukurannya dilakukan pada *open water*[7]. Persamaan di bawah menunjukkan effisiensi propeller, sebagai berikut :

$$\eta_0 = \frac{P_T}{P_D} = \frac{TV}{2\pi Qn} = \frac{K_T \rho n^2 D^4 V}{2\pi K_Q n^2 D^5} = \frac{K_T}{2\pi} \frac{V}{nD} \frac{1}{K_Q} = \frac{K_T}{K_Q} \frac{J}{2\pi} \quad (2.14)$$

dimana :

- T = Thrust (kN)
 Q = Torque (kN.m)
 η_0 = Efisiensi open water
 K_T = Koefisien Thrust
 K_Q = Koefisien Torque
 ρ = Massa jenis
 = 1000 kg/m³ (air tawar)
 = 1025 kg/m³ (air laut)
 n = Putaran *Propeller* (rps)
 J = Koefisien Advance
 D = Diameter *Propeller* (m)
 V = Kecepatan Kapal (m/s)
 V_A = Kecepatan Advance (m/s)
 P_T = Thrust horsepower (HP)
 P_D = Delivered horsepower (HP)

2.10. Computinal Fluid Dynamic

Kemampuan CFD dan pesatnya perkembangan komputasi telah membuat penggunaan CFD sebagai alat untuk mendapatkan

solusi dalam dunia penelitian dan *Engineering*. Penggunaan telah meliputi area yang luas pada industri dan aplikasi – aplikasi keilmuan. *Computational Fluid Dynamic* dapat digunakan untuk menghasilkan prediksi kualitatif dan terkadang bahkan prediksi kualitatif dalam aliran fluida, dan pada (CFD) dapat memperlihatkan pola – pola aliran yang lebih detail dan akurat yang akan sulit dan mahal, bahkan tidak mungkin dilakukan dengan menggunakan teknik eksperimen [4].

Dalam prediksi sebuah fenomena aliran, maka (CFD) digunakan mendapatkan kuantitas yang diinginkan dengan resolusi yang tinggi untuk setiap bagian dan waktu. Pemanfaatan (CFD) juga digunakan sebagai metode untuk menyederhanakan (secara virtual) permasalahan dengan kondisi – kondisi operasi yang realistis. Meskipun dengan demikian error/kesalahan selalu ada dan biasanya disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya :

- 1) Kesalahan dalam diskritisasi,
- 2) Kesalahan melakukan iterasi, kesalahan dalam implementasi,
- 3) Kesalahan dalam memodelkan objek.

Tabel 2.1. Perbandingan CFD dan Eksperimen

Eksperimen	Computational Fluid Dynamic (CFD)
Biaya Mahal	Biaya lebih terjangkau
Membutuhkan waktu persiapan yang lebih lama	Lebih cepat dilakukan
Bersifat sekuensial	Dapat dikerjakan secara paralel
Memiliki tujuan tunggal	Dapat digunakan untuk tujuan yang lebih dari satu

Sebagai sebuah logaritma, (CFD) tidak sepenuhnya dapat menggantikan pengukuran secara eksperimen, tetapi jumlah dan

biaya eksperimen yang dilakukan dapat berkurang sangat signifikan, dalam hal ini perbandingan antara (CFD) dan eksperimen disajikan pada Tabel 2.1.

Namun demikian reliabilitas hasil dari simulasi (CFD) tidak pernah dapat mencapai 100 % dikarenakan data input yang digunakan memiliki potensi perkiraan atau kurang presisi. Selain itu terdapat kemungkinan model matematik yang mungkin tidak sesuai serta akurasi yang terbatas tergantung dengan kemampuan kecepatan computer yang digunakan.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan metode yang digunakan dalam Tugas Akhir agar proses pengerjaan dapat terstruktur dengan baik dan dapat mencapai tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya. Proses pengerjaan terdiri dari enam tahap, yaitu studi pendahuluan, pengumpulan data, perancangan model, pengujian model, analisa hasil dan penarikan kesimpulan. Tahapan tersebut direpresentasikan dengan diagram alur seperti pada Gambar 3.1.

3.1. Studi Pendahuluan

Pada tahap studi literatur dilakukan observasi mengenai permasalahan dan menentukan tujuan dalam Tugas Akhir. Permasalahan yang diambil yaitu analisa teknis penerapan *Kort Nozzle* untuk kapal SPOB pada perairan sungai. Sedangkan tujuannya adalah mendapatkan bentuk desain dari *Kort Nozzle*, mengetahui aliran air dan mengetahui gaya dorong yang dihasilkan.

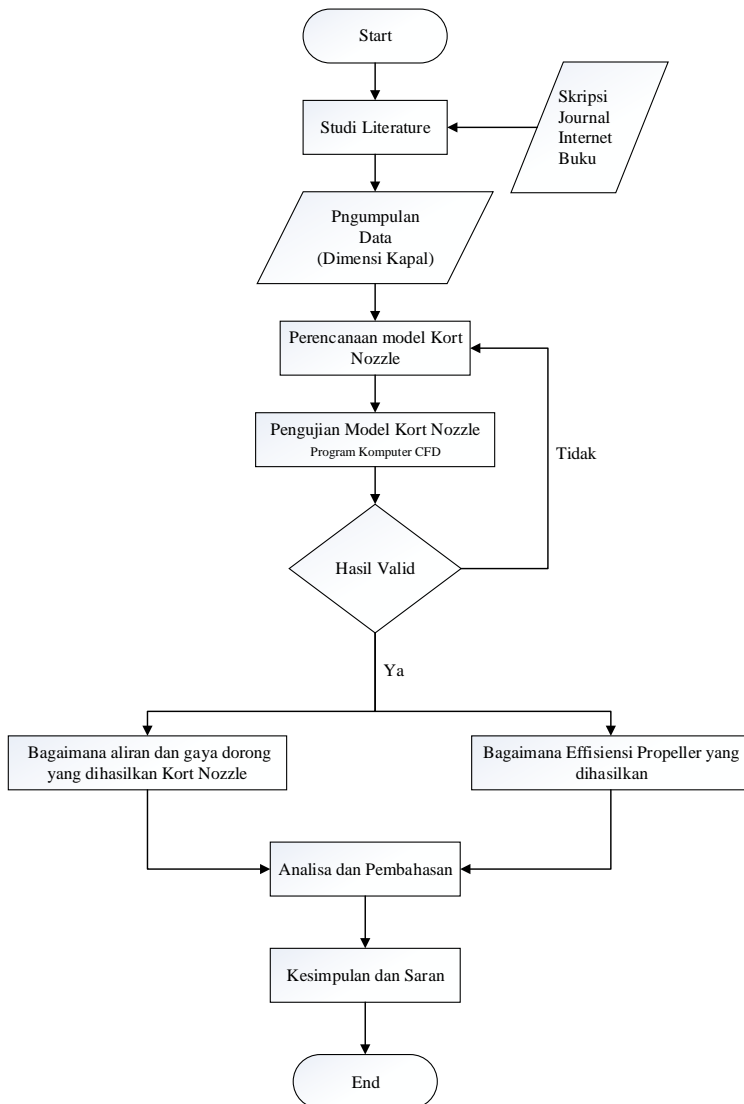
Dari permasalahan dan tujuan yang telah dirumuskan selanjutnya dilakukan studi literatur untuk mendukung pengerjaan Tugas Akhir. Studi literatur dilakukan terhadap jurnal-jurnal ilmiah, Tugas Akhir dan buku – buku serta referensi dari internet yang berkaitan dengan *Kort Nozzle*.

3.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan data yang dibutuhkan untuk pengerjaan Tugas Akhir, yaitu data sekunder berupa dimensi utama kapal SPOB dan juga diameter propeller.

3.3. Perancangan Model

Setelah mengetahui mengenai data propeller, *Propulsion Set*, *Lines Plan* dan konstruksi. Maka data tersebut akan digunakan sebagai dasar perancangan model *Kort Nozzle*.



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian

3.4. Perhitungan dan Pengujian Model

Pada tahap ini dilakukan perhitungan dan pengujian model untuk mengetahui model *Kort Nozzle* yang sesuai. Dengan diketahuinya data mengenai diameter propeller dan ukuran dari model *Kort Nozzle*, maka model dari *Kort Nozzle* tersebut di uji dengan menggunakan *Software CFD*.

3.5. Analisa dan Pembahasan

Dari data yang dihasilkan dari pengujian dengan *Software CFD*, selanjutnya akan dilakukannya analisa dan pembahasan mengenai gaya dorong dan efisiensi propeller dari *Kort Nozzle* yang di desain.

3.6. Penarikan Kesimpulan

Analisis hasil dan kesimpulan dilakukan untuk membahas hasil dari pengolahan data yaitu berupa analisa teknis mengenai *Kort Nozzle* untuk kapal SPOB 4990 DWT pada perairan sungai, kesimpulan yang diperoleh berupa hasil model *Kort Nozzle* yang sesuai untuk kapal SPOB 4990 DWT, dan terdapat saran untuk pengembangan tugas akhir selanjutnya.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dilakukan tahap analisa data berupa proses pemodelan dan simulasi pada *kort nozzle Propeller* beserta pembahasannya. Pertama, akan diuraikan proses pembuatan model dari data-data yang diperoleh. Kemudian pada sub bab berikutnya akan dilakukan proses simulasi dengan menggunakan *software Ansys (CFD)*. Hasil dari proses simulasi akan digunakan sebagai parameter untuk memilih type *kort nozzle* yang efektif untuk kapal SPOB 4990 DWT.

4.1. Data Utama Kapal

Adapun data utama yang diperlukan untuk penggambaran model dan simulasi pada percobaan ini, adalah:

Propeller Data

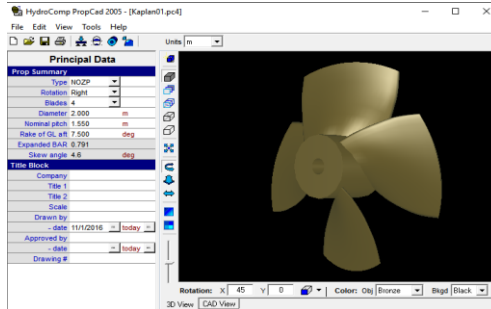
Propeller type	: NOZP
Rotation	: Right
Number of Blades	: 4
Diameter	: 2000 mm
Material type	: Bronze
Rpm	: 293
Skew	: 4.6 Deg
Rake Of GL Aft	: 7 Deg

Dimensi Kapal

Loa	: 90.4 m
Breadth	: 24.0 m
Depth	: 5.5 m
Draft	: 3.9 m
V _s	: 6 knots
DWT	: 4990 ton

4.2. Redesign Propeller

Propeller yang digunakan pada kapal ini bertipe Kaplan Propeller, dan pada tahap awal penggambaran geometry propeller dengan menggunakan bantuan *Software Hydro Comp PropCad*.



Gambar 4.1. HydroComp PropCad

Selanjutnya menghitung kecepatan aliran yang berfungsi untuk parameter pada saat menjalankan simulasi model dengan bantuan menggunakan *software Ansys (CFD)*.

Perhitungan Froud Number (Fn)

$$\begin{aligned} Fn &= Vs/(g \times Lwl)^{1/2} \\ &= 0.051514673 \end{aligned}$$

Perhitungan Koefisien Blok (Cb)

$$\begin{aligned} Cb &= -4.22 + 27.8 * \sqrt{Fn} - 39.1 * Fn - 46.6 * Fn^3 \\ &= 0.853 \end{aligned}$$

Perhitungan Koefisien Midship (Cm)

$$\begin{aligned} Cm &= (1 + (1 - Cb)^{3.5})^{-1} \\ &= 0.998783584 \end{aligned}$$

Perhitungan Koefisien Prisma (Cp)

$$\begin{aligned} Cp &= Cb/Cm \\ &= 0.854038866 \end{aligned}$$

Perhitungan (Cwp)

$$\begin{aligned} Cwp &= 0.26 + 0.80 * Cp \\ &= 0.943231093 \end{aligned}$$

Perhitungan (Lcb)

$$\begin{aligned} Lcb &= 9.70 - 45.0 * Fn + 0.8 \\ &= 8.18183972 \end{aligned}$$

Perhitungan Reynold Number (Rn)

$$\begin{aligned} Rn &= (Vs \times Lwl) / u \\ &\text{(dimana : } u = 0.000000943/\text{pada temperatur } 25^\circ) \\ &= 4940931.152 \end{aligned}$$

Perhitungan Form Factor (1+k)

$$\begin{aligned} 1 + k &= 0.93 + 0.487118 C14 (B/L)^{1.06806} \\ &\quad (T/L)^{0.46106} (L^3/\nabla)^{0.36486} (1-CP)^{-0.604247} \\ &\quad (L/LR)^{0.121563} \\ &= 0.420353741 \end{aligned}$$

Perhitungan Water Surface Area (WSA)

$$\begin{aligned} WSA &= L(2T + B) \sqrt{CM (0.453 + 0.4425 CB - 0.2862 CM - 0.003467 B/T + 0.3696 CWP) + 2.38 ABT/CB} \\ &= 2504.895947 \end{aligned}$$

Perhitungan Koefisien Gesek (Cf)

$$\begin{aligned} Cf &= 0.075 / (\log Rn - 2)^2 \\ &= 0.003404164 \end{aligned}$$

Perhitungan Model Ship Correlation Allowence (CA)

$$\begin{aligned} CA &= 0.006 (Lwl + 100)^{-0.16} - 0.00205 \\ &= 0.000540625 \end{aligned}$$

Perhitungan Viscous Coefficient (Cv)

$$\begin{aligned} CV &= (1 - k) * Cf + CA \\ &= 0.002513836 \end{aligned}$$

Perhitungan Wake (w)

$$\begin{aligned} W &= 0.3095 * CB + 10 * CV * CB - 0.23 * D/\sqrt{B} * T \\ &= 0.154693237 \end{aligned}$$

Perhitungan Kecepatan Aliran (Va), Lewis :

$$\begin{aligned} VA &= Vs (1 - w) \\ &= 7.893915296 \text{ m/s} \end{aligned}$$

4.3. Redesign Kort Nozzle

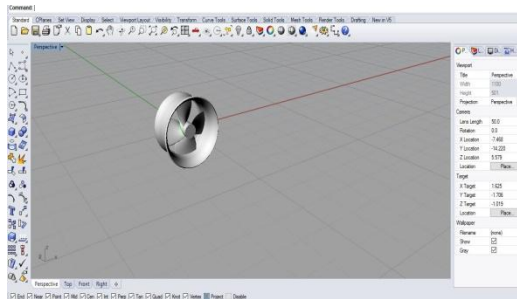
Redesign Kort Nozzle ini berdasarkan buku The Wageningen Propeller Series G Kuiper, dimana data yang

disajikan yaitu merupakan titik ordinta dari type Kort Nozzle 19 A dan Nozzle 37.

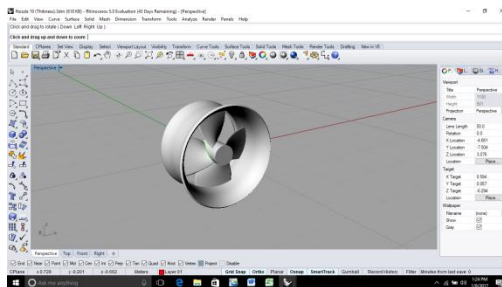
Penggambaran *Kort Nozzle* menggunakan bantuan *Software* Rhinoceros 5. Adapun titik ordinat pada type *Kort Nozzle* 19 A dan 37 ditunjukkan pada Tabel 4.3.1.

Dimesi dari Kort Nozzle

Type : Nozzle 19A dan Nozzle 37



Gambar 4.2. Redesign Kort Nozzle 19A



Gambar 4.3. Redesign Kort Nozzle 37

4.4. Simulasi Computational Fluid Dynamic

Computational Fluid Dynamic (CFD) adalah software dengan menggunakan simulasi numeric. Pengujian ini menggunakan perhitungan solver Fluid Flow Analys (CFX). Garis besar dari

Tabel 4. 1. Ordinat Kort Nozzle 37

x/L	Yinner/L	Youter/L
0	18.25	-
1.25	14.66	20.72
2.5	12.8	21.07
5.0	10.87	20.80
7.5	8.00	S
10	6.34	S
15	3.87	S
20	2.17	S
25	1.1	S
30	0.48	S
40	0	S
50	0	S
60	0	S
70	0.29	S
80	0.82	S
90	1.45	S
95	1.86	S
100	2.36	6.36

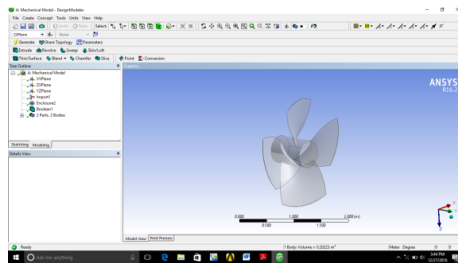
x/L	Yinner/L	Youter/L
0	18.33	-
1.25	14.61	-
2.5	12.83	-
5.0	10	21.56
7.5	7.92	S
10	6.25	S
15	3.83	S
20	2.08	S
30	0.33	S
40	0	S
50	0	S
60	0	S
70	0.08	S
80	1	S
85	2.08	S
90	3.83	S
95	6.5	15.86
97.5	8.33	-
100	12.42	-

langkah-langkah simulasi numeric pada tahap solver ini di bagi menjadi beberapa tahapan, yang di antaranya ialah :

- a) Geometry
- b) Meshing
- c) Pre – Processing
- d) Solver Manager
- e) Post - Processor

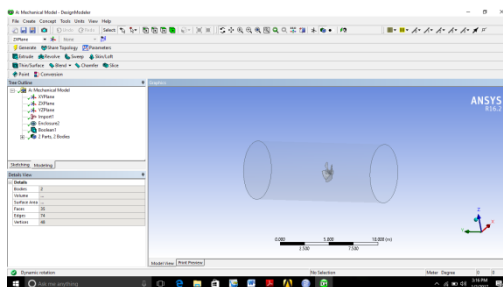
4.4.1. Tahap Geometry

Tahap geometry merupakan langkah awal dimana pengecekan solid tidaknya model. Pada tahap geometry ini juga pembuatan domain fluida tempat pengujian.



Gambar 4.4. Geometry Model

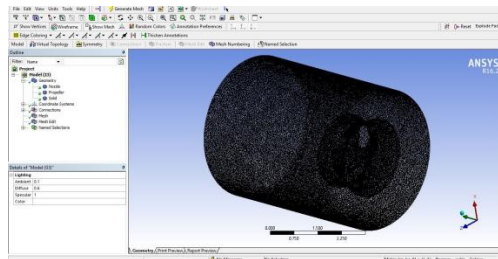
Langkah selanjutnya yaitu pembuatan boundry building pada model yang sudah didesign.



Gambar 4.5. Pembuatan Boundry

4.4.2. Tahap Meshing

Setelah domain fluida terbentuk langkah selanjutnya adalah melakukan meshing pada models yang sudah di gambar. Meshing merupakan cara untuk mendiskritisakan geometri simulasi menjadi bagian atau elemen yang lebih kecil.



Gambar 4.6. Meshing Propeller

Sebelum memulai meshing terlebih dahulu menentukan ukuran meshing yang akan kita gunakan. Perlu diingat bahwa semakin kecil ukuran dari meshing maka jumlah element yang terbentuk akan semakin banyak sehingga waktu untuk running juga akan semakin lama.

4.4.3. Pre-Processing

Pre- Processing adalah merupakan tahapan yang akan dilakukan setelah tahapan mesh yang berhasil dilakukan. Tahapan ini merupakan hal yang berkaitan dengan parameter dengan simulasi.

Ada beberapa langkah yang dilakukan pada tahapan Pre – Processor simulasi dengan menggunakan Software Ansysy CFX, yaitu :

a) Domain

Domain adalah daerah batasan atau ruang lingkup analisa benda. Pada simulasi ini dibuat 2 domain yang diantaranya yaitu domain stationer dan domain rotating.

Tabel 4.2. Domain Stationer

Domain Stationer	
Type	Stationer
Location	Fluid
Material	
Water	
Fluid Definition	Material Library
Morphology	Countinuous Fluid
Settings	
Buoyancy Model	Non Bouyant
Domain model	Stationary
Reference Pressure	1.0000e +00 [atm]
Turbulence Model	K Epsiln
High Speed Model	Off

Tabel 4.3. Domain Rotationer

Domain Rotationer	
Type	Immerssed Solid
Location	Propeller
Settings	
Domain Motion	Rotating
Rotating	293 [radians m ⁻¹]
Axis Definition	Coordinate Axis
Rotation Axis	Globe Y

Pada domain stationer yaitu dimana fluida yang bekerja pada kedua domain tersebut, bisa juga disebut bahwa domain stationer adalah water (Air).

Pada domain rotationer yaitu fluida yang bekerja melewati suatu model akan berputar pada putaran tertentu. Putaran propeller yang digunakan yaitu sebesar 293 Rpm.

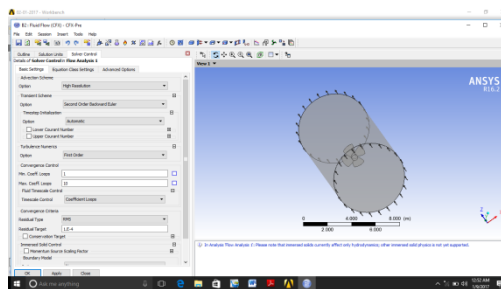
Penjelasan mengenai domain stationer dan rotationer disajikan pada Tabel 4.1 dan 4.2.

b) Boundary

Boundary merupakan tahapan dimana untuk membagi bagian – bagian yang terdapat pada dominan. Boundary dibuat untuk mengetahui karakteristik benda dan fluida agar sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Pada proses simulasi ini ada bagain boundary yang diantaranya yaitu bagian Propeller, nozzle dan fluida yang bekerja pada dominan adalah air. Berikut adalah setting dari boundary salah satu model yang akan disimulasikan. Penjelasan mengenai boundry disajikan pada Tabel 4.4.

4.4.4. Solver Manager

Solver manager perhtingan dari pengolahan data, dimana pada langkah ini berfungsi sebagai penerjemah file. Adlam program solver semeua parameter yang telah dimasukkan akan dioalh pada program ini. Proses perhitungan harus menentukan kriteria konvergensi yang akan dihitung.



Gambar 4.7. Solver Manager

4.4.5. Post - Processor

Pada tahapan post processor ini bertujuan untuk menampilkan hasil dari pengolahan data yang telah dilakukan

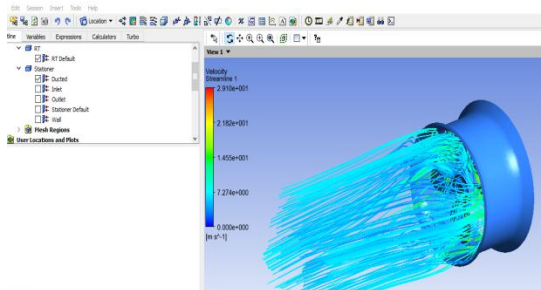
Tabel 4.4. Boundry

Domain Stationer	
Boundary	
Boundary Inlet	
Type	Inlet
Location	Inlet
Settings	
Flow Regime	Subsonic
Mass And Momentu	Normal Speed
Normal Speed	7.8900 [m s ⁻¹]
Turbulence Model	Medium Intensity
Boundary Wall	
Type	Wall
Location	Wall
Settings	
Flow Regime	Subsonic
Mass And Momentum	Opening Pressure and Direction
Relative Pressure	1.0000e + 00[atm]
Turbulence Model	Medium Intensity
Boundary In_Inlet	
Type	In_Inlet
Location	In_Inlet
Settings	
Flow Direction	Normal to Boundary Condition
Flow Regime	Subsonic

Mass And Momentum	Mass Flow Rate
Mass Flow Rate	7.8900 [m s ⁻¹]
Turbulence	Medium Intensity
Boundary Outlet	
Type	Outlet
Location	Outlet
Settings	
Flow Regime	Subsonic
Mass and Momentum	Mass Flow Rate
Mass Flow Rate	7.8900 [m s ⁻¹]
Boundary Nozzle	
Type	Wall
Location	Nozzle
Settings	
Mass and Momentum	No Slip Wall
Wall Roughness	Smooth Wall
DomainRotation	
Boundary Default 1	
Type	Wall
Location	Propeller
Settings	
Mass and Momentum	No Slip Wall
Wall Roughness	Smooth Wall

pada proses solver, yang nantinya hasil dari perhitungan tersebut merupakan numeric maupaun data vasial.

Untuk perhitungan gaya lift dan drag pada propeller, ada beberapa komponen nilai yang perlu di ambil dari hasil simulasi dengan menggunakan *function calculator*.



Gambar 4.8. Function Calculator dan Visual View

4.5. Analisa Data Proses Simulasi

Pada tahap analisa, data yang didapatkan dari proses simulasi diambil untuk menentukan proses validasi dari simulasi yang sudah dilakukan. Dari hasil simulasi didapatkan nilai dari Pressure bagian face dan back propeller, Area face dan back propeller, Wallshear pada bagain face dan back propeller. Sehingga dari data tersebut bisa digunakan untuk perhitungan gaya dorong (Thrust) dan Effisiensi Propeller.

4.5.1. Data Hasil Simulasi

Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan dengan menggunakan software CFX , maka data yang dianmil dari *function calculator* pada software dapat ditambilkkan pada Tabel 4.5 hingga Tabel 4.7.

Tabel 4.5. Data hasil simulasi *Propeller non Nozzle*

Jenis Propeller	Size Meshing (mm)		Area (m ²)	Pressure (Pa)	Wallshare (Pa)
Propeller Non Nozzle	70	Face	6,628	36321	1828
		Back	6,747	28479	1945
	50	Face	6,615	35864	1570
		Back	6,746	19950	1719
	30	Face	6,602	34951	1208
		Back	6,668	12950	1419

Tabel 4. 6. Data hasil dari simulasi *Propeller Nozzle 19A*

Propeller	Size Meshing (mm)		Area (m ²)	Pressure (Pa)	Wallshare (Pa)
Propeller Nozzle 19A	70	Face	6,628	39183	2362
		Back	6,747	31663	2688
	50	Face	6,615	39048	2104
		Back	6,746	23134	2253
	30	Face	6,602	38135	1543
		Back	6,668	17134	1742

Tabel 4. 7. Data hasil dari simulasi *Propeller Nozzle 37*

Propeller	Size Meshing (mm)		Area (m ²)	Pressure (Pa)	Wallshare (Pa)
Propeller Nozzle 37	70	Face	6,628	45763	2707
		Back	6,747	26503	2474
	50	Face	6,615	41413	2216
		Back	6,746	20935	2173
	30	Face	6,602	38714	1797
		Back	6,668	16752	1964

4.5.2. Perhitungan Data

Pada sub bab ini akan dijelaskan cara perhitungan data - data yang diperoleh dari simulasi CFX, adapun perhitungannya adalah sebagai berikut :

a) Nilai Force Lift

Nilai pressure dan area diambil dari proses post pada tahap simulasi dengan menggunakan *function calculator*. Nilai yang diambil adalah nilai *pressure*. Sedangkan nilai area yang diambil adalah luasan bagian *face* dan *back* dari propeller. Hasil perhitungan force lift disajikan pada Tabel 4.8 sampai Tabel 4.10.

$$F = P \times A$$

dimana, F = Force Lift (N)

P = Pressure (Pa)

A = Area (m^2)

Pada Face Propeller

$$\begin{aligned} F_{\text{lift}} &= 6,602 \text{ m}^2 \times 34951 \text{ Pa} \\ &= 230746,50 \text{ N} \end{aligned}$$

Pada Back Propeller

$$\begin{aligned} F_{\text{lift}} &= 6,668 \text{ m}^2 \times 12950 \text{ Pa} \\ &= 86350,60 \text{ N} \end{aligned}$$

b) Force Drag

Nilai wallshare dan area diambil dari *proses post* pada tahap simulasi menggunakan *function calculator*. Nilai yang diambil adalah nilai *wallshear*. Sedangkan nilai area yang diambil adalah luasan bagian *face* dan *back* dari propeller. Hasil perhitungan force lift disajikan pada Tabel 4.11 sampai Tabel 4.13.

$$F = \mu \times A$$

dimana, F = Force Drag (N)

μ = Wallshear (Pa)

A = Area (m^2)

Pada Face Propeller

$$\begin{aligned} F_{\text{drag}} &= 6,602 \text{ m}^2 \times 1208 \text{ Pa} \\ &= 7975,216 \text{ N} \end{aligned}$$

Pada Back Propeller

$$\begin{aligned} F_{\text{drag}} &= 6,668 \text{ m}^2 \times 1419 \text{ Pa} \\ &= 86350,60 \text{ N} \end{aligned}$$

c) Nilai Thrust

Nilai Thrust diperoleh dari persamaan berikut :

$$\begin{aligned} T &= F_{\text{lift}} \cos \emptyset - F_{\text{drag}} \sin \emptyset \\ \text{dimana, } T &= \text{thrust} \\ F_{\text{lift}} &= \text{gaya lift} \\ F_{\text{drag}} &= \text{gaya drag} \\ \emptyset &= \text{sudut daun dari P/D} \\ \emptyset &= \tan^{-1} \frac{P/D}{0,7\mu} \\ &= \tan^{-1} [0,57 / (0,7 \times 3,14)] \\ &= 14,538 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T &= F_{\text{lift}} \cos \emptyset - F_{\text{drag}} \sin \emptyset \\ &= 317097,10 \text{ N} \cos 14,53^\circ - 17437,11 \text{ N} \sin 14,53^\circ \\ &= 302,57 \text{ kN}. \end{aligned}$$

d) Nilai Torque

Nilai torsi bisa didapatkan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q &= (F_{\text{lift}} \sin \emptyset - F_{\text{drag}} \cos \emptyset) \times r \\ &= (317097,10 \text{ N} \sin 14,53^\circ - 17437,11 \text{ N} \cos 1,53^\circ) \times 1 \\ &= 62,72 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan nilai *thrust* disajikan pada Tabel 4.14 sampai Tabel 4.16. dan *torque* disajikan pada Tabel 4.17 sampai Tabel 4.19.

Tabel 4.8. Hasil Perhitungan Lift *Propeller non Nozzle*

Jenis Propeller	Size Meshing (mm)		Area (m ²)	Pressure (Pa)	Wallshare (Pa)	Lift	Total Lift
Propeller Non Nozzle	70	Face	6,628	36321	1828	240735,588	432883,40
		Back	6,747	28479	1945	192147,813	
	50	Face	6,615	35864	1570	237240,36	371823,06
		Back	6,746	19950	1719	134582,7	
	30	Face	6,602	34951	1208	230746,502	317097,10
		Back	6,668	12950	1419	86350,6	

Tabel 4.9. Hasil Perhitungan Lift *Propeller Nozzle 19A*

Jenis Propeller	Size Meshing (mm)		Area (m ²)	Pressure (Pa)	Wallshare (Pa)	Lift	Total Lift
Propeller Nozzle 19A	70	Face	6,628	39183	2253	259704,924	473335,19
		Back	6,747	31633	2362	213630,261	
	50	Face	6,615	39048	1953	258302,52	414364,48
		Back	6,746	23134	2104	156061,964	
	30	Face	6,602	38135	1742	251767,27	366016,78
		Back	6,668	17134	1742	114249,512	

Tabel 4.10. Hasil Perhitungan Lift *Propeller Nozzle 37*

Jenis Propeller	Size Meshing (mm)		Area (m ²)	Pressure (Pa)	Wallshare (Pa)	Lift	Total Lift
Propeller Nozzle 37	70	Face	6,628	45673	2707	303317,164	482132,91
		Back	6,747	26503	2574	178815,741	
	50	Face	6,615	41413	2216	273946,995	415174,51
		Back	6,746	20935	2173	141227,512	
	30	Face	6,602	38714	1797	255589,828	367292,16
		Back	6,668	16752	1964	111702,336	

Tabel 4.11. Hasil Perhitungan Drag *Propeller non Nozzle*

Jenis Propeller	Size Meshing (mm)		Area (m ²)	Pressure (Pa)	Wallshare (Pa)	Drag	Total Drag
Propeller Non Nozzle	70	Face	6,628	36321	1828	12115,984	25238,90
		Back	6,747	28479	1945	13122,915	
	50	Face	6,615	35864	1570	10385,552	21981,92
		Back	6,746	19950	1719	11596,374	
	30	Face	6,602	34951	1208	7975,216	17437,11
		Back	6,668	12950	1419	9461,892	

Tabel 4.12. Hasil Perhitungan Drag *Propeller Nozzle 19A*

Jenis Propeller	Size Meshing (mm)		Area (m ²)	Pressure (Pa)	Wallshare (Pa)	Drag	Total Drag
Propeller Nozzle 19A	70	Face	6,628	39183	2253	15655,336	33791,27
		Back	6,747	31633	2362	18135,936	
	50	Face	6,615	39048	1953	13917,962	29116,70
		Back	6,746	23134	2104	15198,738	
	30	Face	6,602	38135	1742	11500,684	24523,29
		Back	6,668	17134	1742	13022,604	

Tabel 4.13. Hasil Perhitungan Drag *Propeller Nozzle 37*

Jenis Propeller	Size Meshing (mm)		Area (m ²)	Pressure (Pa)	Wallshare (Pa)	Drag	Total Drag
Propeller Nozzle 37	70	Face	6,628	45673	2707	17941,996	35308,771
		Back	6,747	26503	2574	17366,778	
	50	Face	6,615	41413	2216	14658,841	29317,902
		Back	6,746	20935	2173	14659,058	
	30	Face	6,602	38714	1797	11863,794	24959,751
		Back	6,668	16752	1964	13095,952	

Tabel 4.14. Hasil Perhitungan *Thrust Propeller non Nozzle*

Jenis Propeller	Size Meshing (mm)	Total Lift	Total Drag	Thrust (kN)
Propeller Non Nozzle	70	432883,401	25238,899	412,69
	50	371823,064	21981,924	354,40
	30	317097,101	17437,108	302,57

Tabel 4.15. Hasil Perhitungan *Thrust Propeller Nozzle 19A*

Jenis Propeller	Size Meshing (mm)	Total Lift	Total Drag	Thrust (kN)
Propeller Nozzle 19A	70	473335,185	33791,272	449,70
	50	414364,484	29116,698	393,79
	30	366016,782	24523,288	348,14

Tabel 4.16. Hasil Perhitungan *Thrust Propeller Nozzle 37*

Jenis Propeller	Size Meshing (mm)	Total Lift	Total Drag	Thrust (kN)
Propeller Nozzle 37	70	482132,905	35308,774	457,83
	50	412174,505	29317,898	394,52
	30	367292,164	24959,746	349,27

Tabel 4.17. Hasil Perhitungan *Torque Propeller non Nozzle*

Jenis Propeller	Size Meshing (mm)	Total Lift	Total Drag	Torque (kNm)
Propeller Non Nozzle	70	432883,401	25238,899	84,23
	50	371823,064	21981,924	72,06
	30	317097,101	17437,108	62,72

Tabel 4.18. Hasil Perhitungan *Torque Propeller Nozzle 19A*

Jenis Propeller	Size Meshing (mm)	Total Lift	Total Drag	Torque (kNm)
Propeller Nozzle 19A	70	473335,185	33791,272	86,13
	50	414364,484	29116,698	75,83
	30	366016,782	24523,288	68,14

Tabel 4.19. Hasil Perhitungan *Torque Propeller Nozzle 37*

Jenis Propeller	Size Meshing (mm)	Total Lift	Total Drag	Torque (kNm)
Propeller Nozzle 37	70	482132,905	35308,774	86,85
	50	412174,505	29317,898	75,84
	30	367292,164	24959,746	68,03

e) Nilai Efisiensi Propeller

Nilai Efisiensi Propeller bisa di ketahui dengan menggunakan persamaan, sebagai berikut :

$$\eta_o = \frac{T \times V_a}{2\pi Q n}$$

dimana, T = Thrust (kN)

Q = Torque (kNm)

V_a = Kecepatan (m/s)

N = Putaran Propeller (Rps)

$$\begin{aligned}\eta_o &= T V_a / 2\pi Q n \\ &= 412,69 \times 3.084 / (2 \times 3.14 \times 84,23 \times 4.88) \\ &= 0.497\end{aligned}$$

Hasil perhitungan nilai efisiensi propeller disajikan pada Tabel 4.20 sampai Tabel 4.22.

Tabel 4.20. Hasil Perhitungan Efisiensi *Propeller non Nozzle*

Jenis Propeller	Size Meshing (mm)	Thrust (kN)	Torque (kNm)	Efisiensi Propeller
Propeller Non Nozzle	70	412,69	84,23	0.497
	50	354,40	72,06	0,495
	30	302,57	62,72	0,485

Tabel 4.21. Hasil Perhitungan Efisiensi *Propeller Nozzle 19A*

Jenis Propeller	Size Meshing (mm)	Thrust (kN)	Torque (kNm)	Efisiensi Propeller
Propeller Nozzle 19A	70	449,70	86,13	0,525
	50	393,79	75,83	0,522
	30	348,14	68,14	0,514

Tabel 4.22. Hasil Perhitungan Effisiensi *Propeller Nozzle 37*

Jenis Propeller	Size Meshing (mm)	Thrust (kN)	Torque (kNm)	Effisiensi Propeller
Propeller Nozzle 37	70	457,83	86,85	0,530
	50	394,52	75,84	0,523
	30	349,27	68,03	0,516

f) Persentase Nilai Thrust

Pada sub bab ini membahas mengenai perbandingan persentase (%) nilai thrust yang dihasilkan oleh 3 (tiga) model yang sudah di simulasikan dan diketahui nilai thrust dari masing – masing model. Perbandingan persentase dapat di ketahui dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Persentase = \frac{\text{Thrust Propeller Nozzle 19A} - \text{Thrust Propeller non Nozzle}}{\text{Thrust Propeller non Nozzle}} \times 100 \%$$

$$\begin{aligned}
 Persentase &= \frac{449,70 - 412,69}{412,69} \times 100 \% \\
 &= 9,09 \%
 \end{aligned}$$

Tabel 4.23. Hasil Perhitungan Persentase *Thrust*

Jenis Propeller	Size Meshing (mm)	Thrust Propeller Non Nozzle (kN)	Thrust Propeller Nozzle 37 (kN)	Persentase (%)
Propeller Nozzle 37 & Non Nozzle	70	412,69	457,83	10,69
	50	354,40	394,52	12,22
	30	302,57	349,27	15,96

Tabel 4.24. Hasil Perhitungan Persentase *Thrust*

Jenis Propeller	Size Meshing (mm)	Thrust Propeller Non Nozzle (kN)	Thrust Propeller Nozzle 19 A (kN)	Persentase (%)
Propeller Nozzle 19 & Non Nozzle	70	412,69	449,70	9,09
	50	354,40	393,70	11,09
	30	302,57	348,14	12,90

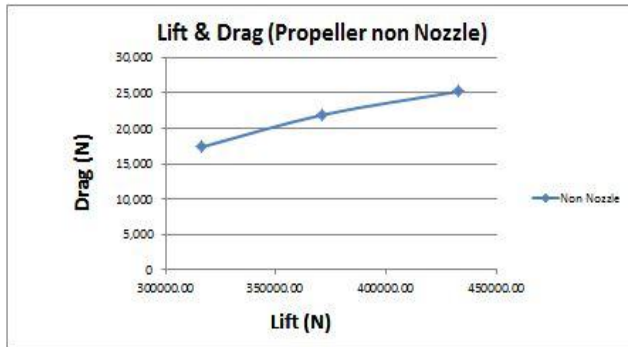
Tabel 4.25. Hasil Perhitungan Persentase *Thrust*

Jenis Propeller	Size Meshing (mm)	Thrust Propeller Nozzle 37 (kN)	Thrust Propeller Nozzle 19A (kN)	Persentase (%)
Propeller Nozzle 37 & Nozzle 19 A	70	457,83	449,70	1,46
	50	394,52	393,70	1,01
	30	349,27	348,14	2,70

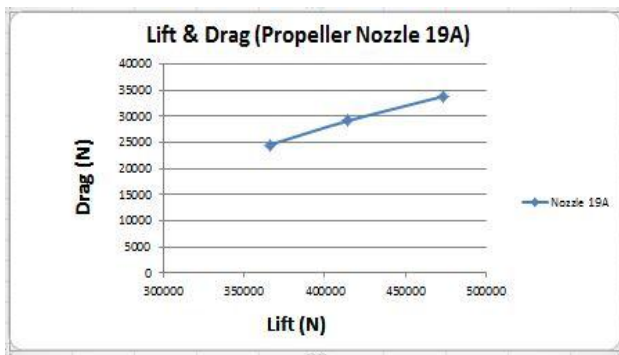
4.5.3. Analisa dan Pembahasan

Data –data yang dianalisa pada sub bab sebelumnya kemudian akan dimasukkan dalam bentuk grafik, sehingga nantinya dapat disimpulkan karakteristik dari setiap model yang sudah di simulasikan.

4.5.3.1. Grafik Antara Lift dan Drag pada Setiap Model

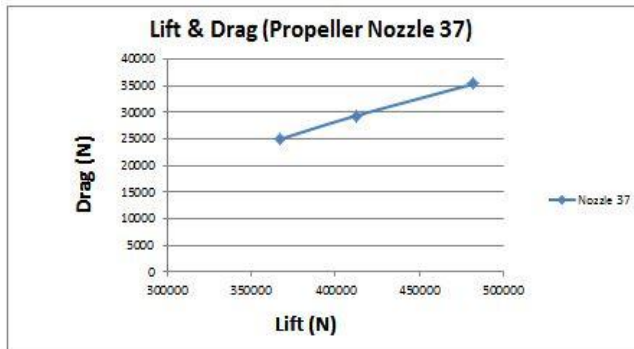


Gambar 4.9. Grafik *Lift dan Drag Propeller non Nozzle*



Gambar 4.10. Grafik *Lift & Drag Propeller Nozzle 19A*

Hasil yang ditunjukkan dari simulasi *propeller* tanpa *nozzle* dan yang menggunakan *nozzle*, type 19A dan 37. Prinsip dari nilai *lift* dan *drag* pada dasarnya yaitu sama. Tetapi yang menjadi beda yaitu nilai dari *lift* dan *drag* sendiri dari tiga model, yang diantaranya yaitu *propeller non nozzle*, *Propeller nozzle 19A* dan *nozzle 37*.



Gambar 4.11. Grafik *Lift & Drag Propeller Nozzle 37*

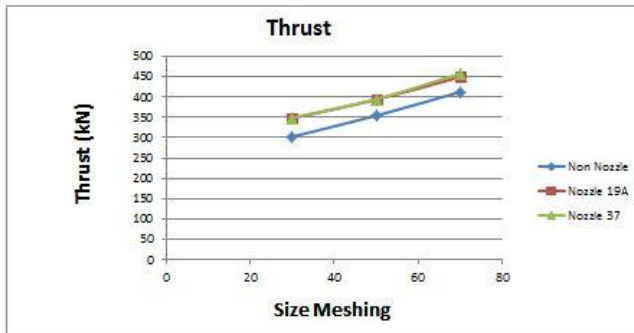
Grafik nilai lift dan drag pada Propeller nozzle 19A dan propeller nozzle 37 nilainya lebih besar dibandingkan dengan nilai lift dan drag pada model propeller yang tidak menggunakan nozzle.

4.5.3.2. Grafik Perbandingan Nilai Thrust dengan Size Meshing

Grafik pada Gambar 4.12. adalah grafik perbandingan nilai thrust dengan ukuran size meshing pada tiap – tiap model yang simulasikan. Berdasarkan grafik diatas bahwa nilai thrust dari satu model dengan ukuran size yang semakin kecil maka nilai thrust yang dihasilkan juga semakin kecil, maka ini berbanding lurus.

Dari grafik yang telah ditunjukkan terdapat perbedaan pada nilai thrust dari 3 model yang disimulasikan, bahwa nilai thrust yang dihasilkan pada model propeller dengan nozzle 19A dan nozzle 37 lebih besar dibandingkan dengan nilai thrust yang dihasilkan dari model propeller non nozzle.

Pada size meshing 30 mm pada model propeller non nozzle memiliki nilai thrust 302,57, model propeller nozzle 19 A memiliki nilai thrust 348,14 dan pada model dengan nozzle 37 memiliki nilai thrust 349,27.



Gambar 4.12. Grafik Perbandingan nilai Thrust 3 Model

4.5.3.3. Grafik Perbandingan Nilai Thrust dengan Effisiensi Propeller

Grafik pada Gambar 4.13. merupakan grafik dari perbandingan nilai thrust dengan nilai efisiensi propeller. Berdasarkan grafik diatas adalah semakin tinggi nilai thrust maka semakin besar juga nilai efisiensi propeller yang dihasilkan dari 3 model yang disimulasikan.

Berdasarkan grafik diatas bahwa model propeller dengan nozzle 19A dan nozzle 37 nilai thrust dan nilai efisiensi propeller lebih besar dibandingkan dengan nilai thrust dari model propeller tidak menggunakan nozzle.

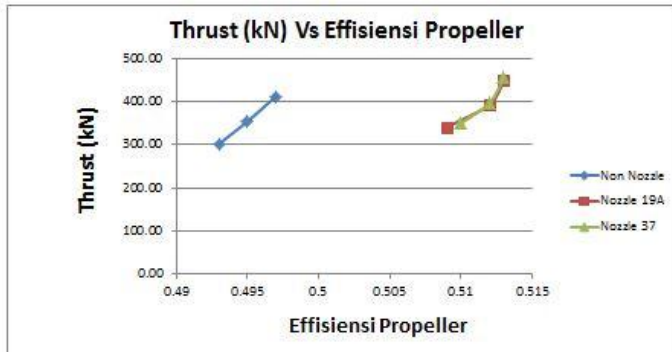
Model propeller dengan nozzle 37 memiliki nilai thrust yang lebih besar sehing juga memiliki nilai efisiensi propeller dengan nilai thrust 457,83 dengan efisiensi propeller 0,530

4.5.3.4. Grafik Perbandingan Nilai Thrust dengan Torque

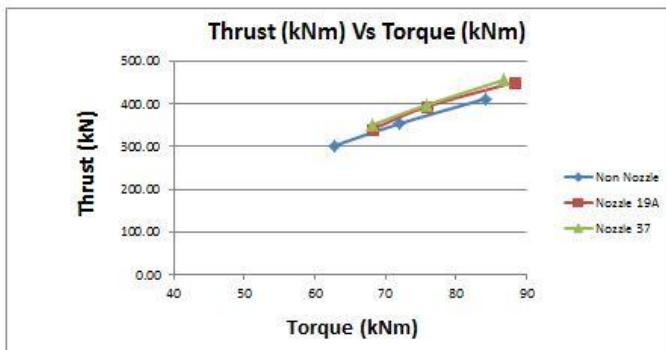
Dari perbandingan grafik nilai thrust dengan torque menunjukan bahwa nilai thrust yang dihasilkan semakin besar maka nilai torque yang dihasilkan juga semakin besar.

Dengan model propeller non nozzle memiliki nilai thrust 302,57 dengan nilai torque 62,72, model propeller nozzle 19A memiliki nilai thrust 348,14 dengan nilai torque 68,14 dan pada

model propeller nozzle 37 memiliki nilai thrust 349,27 dengan nilai torque 68,03.



Gambar 4.13. Grafik Perbandingan Nilai Thrust dan Effisiensi Propeller

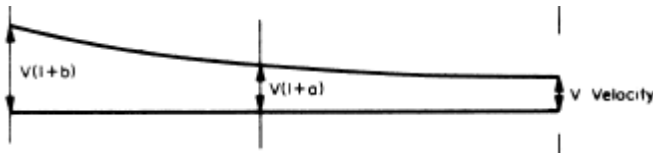


Gambar 4.14. Grafik Perbandingan Nilai Thrust dan Torque

4.6. Validasi Simulasi

Dalam proses ini dilakukan validasi terhadap kecepatan fluida sebelum dan setelah propeller. Dari teori momentum yang

masih ada disebutkan bahwa kecepatan fluida sebelum masuk lebih kecil dari aliran yang keluar dari propeller.



Gambar 4.15. Teori Momentum

Pada harga koefisien beban yang tinggi, efisiensi baling – baling didalam tabung akan menjadi lebih tinggi hingga 0.06 dari baling – baling ulir yang ekuivalen. Bisa juga dikatakan apabila dalam penggunaan tabung pada baling- baling maka untuk kecepatan pada kapal akan meningkat barang kali 0,2 – 0,4 m/s.

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan yaitu mengenai perbandingan kort nozzle 19 A dengan 37 yang ditinjau dari fabrikasi dan fungsional ,sebagai berikut :

- Kort Nozzle 19

Pada proses fabrikasi yang dilihat dari bentuk penampang yang *straight line* pada bagian tengah dan identik lurus pada bagian belakang, sehingga memudahkan untuk fabrikasi karena pembendungan yang sulit hanya pada bagian *chamber* depan (*Leading Edge*).

- Kort Nozzle 37

Bentuk penampang yang *straight line* hanya pada bagian tengah dan *camber* besar pada bagian depan dan belakang membuat fabrikasi akan mudah. Karena pembendungan yang besar pada bagian *camber* depan (*Leading Edge*) dan *camber* belakang (*Trailing Edge*).

Berdasarkan fungsional menyatakan bahwa tipe kort nozzle 37 lebih baik untuk dorongan ke depan dan juga ke belakang, dikarenakan bahwa konstruksi dari kort nozzle 37 ber- chamber besar pada bagian depan dan belakang. Kort nozzle dengan type

37 juga lebih baik untuk kinerja dorongan besar untuk putaran propeller yang rendah.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dilakukan tahap kesimpualan yang berdasarkan dari perhitungan dan analisa. Serta diberikan saran untuk kemajuan pada penelitian berikutnya.

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat penulis adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan dari perhitungan yang sudah di lakukan bahwa adanya perbedaan nilai thrust yang dihasilkan dari 3 model yang sudah di design, diantaranya :
 - a. Pada propeller non nozzle memiliki nilai *thrust* sebesar 412,69 kN pada *size meshing* 70 mm, *size meshing* 50 mm memiliki nilai 354,40 kN, dan pada *size meshing* 30 mm niali *thrust* 302,57 kN.
 - b. Pada propeller menggunakan nozzle type 19A memiliki niali *thrust* 449,70 kN pada *size meshing* 70 mm, *size meshing* 50 mm nilai *thrust* 393,79 kN dan *size meshing* 30 nilai *thrust* 348,14 kN.
 - c. Pada propeller menggunakan nozzle type 37 memiliki nilai *thrust* 457,83 kN pada *size meshing* 70 mm, *size meshing* 50 mm 394,52 kN, dan dengan *size meshing* 30 mm nilai *thrust* 349,27 kN.
2. Nilai efisiensi propeller yang dihasilkan pada simulasi mengalami perbedaan antara 3 model yang sudah di design, diantaranya :
 - a. Nilai efisiensi pada model propeller non nozzle yaitu bernilai 0,497 pada *thrust* 412,69 kN, 0.495 pada *thrust* 354,40 kN dan 0.485 pada *thrust* 301,57 kN.
 - b. Nilai efisiensi pada model propeller dengan nozzle 19A yaitu berniali 0,525 pada *thrust* 449,70 kN, 0.522 pada *thrust* 393,79 kN dan 0.514 pada nilai *thrust* 348,14 kN.

- c. Nilai efisiensi pada model propeller dengan nozzle 37 nilai efisiensi 0,530 untuk *thrust* 457,83 kN, 0,523 pada *thrust* 394,52 kN, dan 0,516 pada *thrust* 349,27 kN.
3. Dari hasil simulasi dan analisa pada bab sebelumnya dinyatakan bahwa semakin kecil ukuran meshing maka nilai *thrust* dan *effisiensi propeller* yang dihasilkan mempunyai keakuratan yang tinggi, dan dapat disimpulkan bahwa nilai *thrust* dan efisiensi pada propeller yang tidak menggunakan nozzle yaitu memiliki gaya dorong 302 kN dan efisiensi *propeller* 0,485, propeller dengan nozzle 19A memiliki nilai *thrust* 348,14 dengan nilai *effisiensi propeller* 0, 514 dan propeller dengan nozzle 37 memiliki nilai *thrust* 349,27 dengan *effisiensi propeller* 0,516.
4. Dengan hasil simulasi dan analisa yang sudah dilakukan bahwa propeller dengan nozzle type 37 lebih direkomendasikan pada kapal SPOB 4990 DWT pada perairan sungai karena memiliki nilai gaya dorong dan efisiensi propeller yang lebih baik.

5.2. Saran

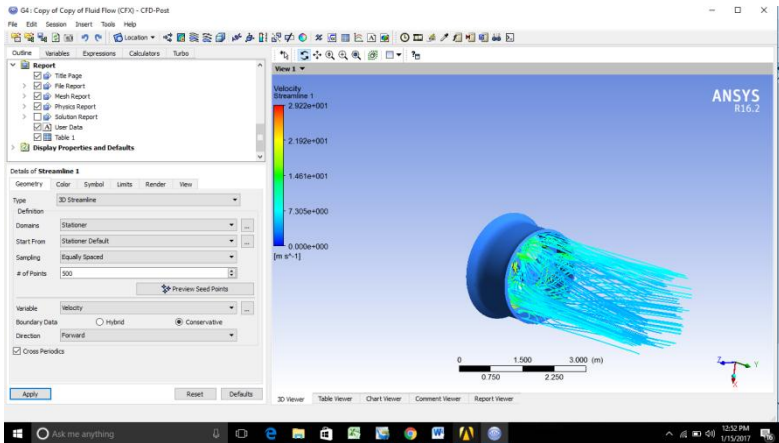
Dengan pengerjaan tugs akhir ini masih ada kekurangan, mengenai penggunaan software yang hanya menggunakan software Ansys (CFX), ukuran dari meshing bisa diperkecil sehingga bisa lebih akurat untuk pengambilan data dari hasil simulasi.

DAFTAR PUSTAKA

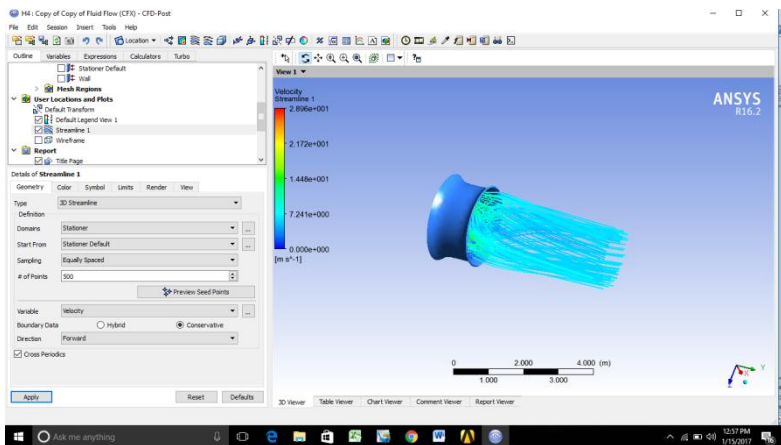
- [1] *SPOB (Self Propeller Oil Barge)*, 2016. /[SPOB - Wikipedia, the free encyclopedia.htm](#). Tanggal 29 Juli 2016. Pukul 09.00
- [2] *Oil Barge and Marine Kort Nozzle*, 2016. [http://www.splashmaritime.com.au/Marops/data/less/Mano/Kort%20nozzels.htm](#). Tanggal 31 Juli 2016. Pukul 13.00
- [3] Ship Knowledge Modern Encyplodia., (2010). *Propulsion and Steering Gear*, Chapter 12
- [4] Widyanto, "Analisa Aliran pada Ducted Propeller dengan Pendekatan CFD (*Computational Fluid Dynamics*)", Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2012.
- [5] Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM. 52, "Alur-Pelayaran Sungai dan Danau", 2012.
- [6] Sv. Aa Harvald, 1992, Tahanan dan Propulsi Kapal, Airlangga University, Press Surabaya.
- [7] 1999, ITTC, "Propulsion, Propulser Open Water Test," dalam *International Towing Tank Conference*, Seoul/Shanghai, 2002.
- [8] E. Popov, Mekanika Teknik, Jakarta: Erlangga, 1989
- [9] E. Kulunk, Aerodynamics of Wind Turbines, fundamental and Advance Topics in Wind Power, InTech, 2011.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

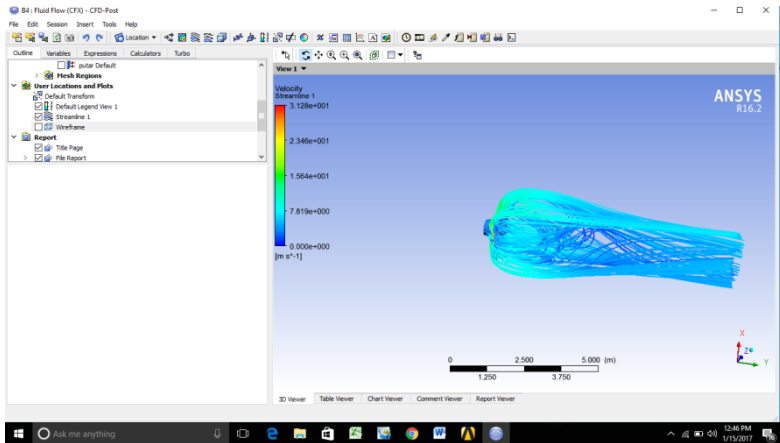
LAMPIRAN



Gambar 1. Kontur Kecepatan Aliran Propeller Nozzle 37



Gambar 2. Kontur Kecepatan Aliran Propeller Nozzle 19A



Gambar 3. *Kontur Kecepatan Aliran Propeller Non Nozzle*

BIODATA PENULIS



Penulis, **Bayu Sukma Cahyono** lahir di kota Ponorogo pada tanggal 14 Maret 1993. Merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis, memulai pendidikan formal yaitu di SDN 1 Plalangan Kecamatan Jenangan Kabupaten Ponorogo, kemudian melanjutkan di SMP Negeri 6 Ponorogo dan melanjutkan jenjang Sekolah

Menengah Kejuruan di SMK Negeri 1, penulis diterima di Progam Studi Diploma III Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya melalui program Bidikmisi dan terdaftar sebagai mahasiswa Teknik Bangunan Kapal dengan NRP. 6211030003. Setelah lulus dari Diploma III penulis bekerja di galangan yang berada di Surbaya lalu penulis memilih untuk melanjutkan kuliah di tahap Strata 1 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan Jurusan Teknik Sistem Perkapalan yang terdaftar sebagai mahasiswa Lintas Jalur Angkatan 2014 Semester Genap dengan NRP. 4214106004 .

Bayu Sukma Cahyono

Bayusukmacahyono.14@gmail.com